中華農業研究（Jour. Agric. Res. China ）33(4)：406～417 (1984)

草莓葉蟎生物防治（1）[1]

羅幹成　曾信光　何琦琛[2]

摘要：本文爲一系列試驗結果之初報，內容包括草莓上神澤葉蟎(*Tetranychus kanzawai* Kishida) 和二點葉蟎（*T. urticae*（Koch)）之大量繁殖法；天敵一長毛捕植蟎（*Amblyseius longispinosus*（Evans)）大量繁殖法；長毛捕植蟎之冷藏；遷移能力之測定；不同食餌對其生育及捕食量之影響；其對不同葉蟎及在不同葉蟎密度下捕食能力之比較；以及其在草莓田間防治神澤葉蟎及二點葉蟎之結果。簡要說明如下：在光周期 14L-10D 及溫度 25±1°C 條件下，兩種葉蟎在盆栽大豆上經10天之繁衍可獲致10倍之收穫量，二種間並無明顯差異；在食餌葉蟎充分供應下，於 30±2°C 時，在大豆植株上接入 5 隻／株雌性長毛捕植蟎，經 14 天可增殖至 400隻／株；而在 20±1°C 時，則需經27天方可增殖至400隻／株；長毛捕植蟎在5°C定溫箱內，若將濕度維持在 85—95%RH 之範圍內，經11天冷藏，對其存活及活力並未造成明顯不利之影響，而經15天冷藏，其存活率仍達 65.4%；其遷移能力直接受溫度之影響，而其食餌密度又可間接影響其遷移速度，在一般情況下，葉蟎密度愈高，其遷移速度愈慢，反之則愈快，而其本身密度之高低，亦影響其遷散速度及分布均勻度，一般其密度愈高，愈促使其加速遷散，並且分佈均勻度亦較高，反之則否；神澤葉蟎和二點葉蟎均爲長毛捕植蟎幼期之適宜食餌，一旦發育爲成蟎後，長毛捕植蟎捕食神澤葉蟎量較二點葉蟎高出 42%，而其產卵量亦較捕食二點葉蟎者高出 14%；而在兩種葉蟎不同密度下，神澤葉蟎密度愈高，長毛捕植蟎之捕食量可隨之增高，但二點葉蟎密度愈高，在開始時長毛捕植蟎捕食量亦會隨之上升，但升至某一食餌蟎密度以上時，捕食量不再增加，反有下降趨勢；田間釋放長毛捕植蟎防治高密度神澤葉蟎(約200隻／複葉)，每株釋放10隻以上，經過 4 周可達 85%之防治效果，經過 5 周更可達 98%之防治佳績；但對高密度二點葉蟎（312隻／複葉）而言，雖經 3 次釋放長毛捕植蟎，仍無法抑制其棲羣繼續上升，其對低密度二點葉蟎（13 隻／複葉）之壓抑效果，僅有 2 周，爾後仍需加强長毛捕植蟎之釋放，方可維持較長期之效果。

草莓（*Fragaria chiloensis* var. *ananassa* Duch.)爲本省極賦潛力的高價集約栽培果蔬，在盛產草莓之 2 至 4 月間，葉蟎類（spider mites）常猖獗發生(4)。據筆者等試驗發現，如不防治葉蟎，草莓產量之損失可達13%（作者未發表資料），而據美國加州之試驗，如葉蟎發生在草莓生育初期，可造成 10%之減產(19)。由於葉蟎生活史短，繁殖力强大(1)，且對防治之藥劑易生抗藥性(5,13)，因而導致藥劑施用頻度及濃度之增加，隨之殘毒問題因而產生。近三十年來歐美諸國在草莓結果期間，已逐漸採行生物防治法壓抑害蟎之增殖危害，早在 1951 年就有人主張以生物防治法控制草莓細蟎（*Steneotarsonemus pallidus* Banks）(8)，隨後即試驗以天敵防治草莓細蟎，獲致滿意之結果(7)；然後又利用智利捕植蟎（*Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot）防治草莓之二點葉蟎（*Tetranychus urticae* (Koch)），成效卓著(14,15)；隨之更進一步釋放捕植蟎配合藥劑和耕作

---

[1] 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1189 號。本研究承行政院國科會〔67B-0409-08(07), 69B-0409-08(2) 70-0409-B055-02及71-0409-B055-01〕補助，謹致謝忱。

[2] 本所研究員兼應用動物系主任、研究助理及助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

方法改良及田間原有之天敵等綜合防治草莓之二點葉蟎，結果草莓產量顯著提高達 18.1%(17)；英國亦利用捕植蟎防治草莓葉蟎及細蟎，效果亦佳(20,21)；美國加州更釋放智利捕植蟎，加州捕植蟎(*Amblyseius californicus* (McGregor))及西方捕植蟎（*Typhlodromus occidentalis*(Nesbitt))，比較三者對草莓之二點葉蟎防治能力，結果不論葉蟎密度及草莓產量上均顯著優於對照組，但在三種捕植蟎中，仍以智利捕植蟎之表現最優(16)。

長毛捕植蟎（*Amblyseius longispinosus*（Evans)）爲本省捕植蟎類中最具潛力之葉蟎天敵，除本省外亦分布於中國大陸、菲律賓、泰國、印尼、琉球、日本、澳洲及南美。其在臺灣常出現於豆類、瓜類、桑樹及花卉等作物上，偶亦出現於水稻、柑桔、梨、蘋果及草莓上(2,3,11)。長毛捕植蟎性較溫馴，適應環境能力强，故易於在室內作人工大量繁殖。

據筆者等在20、25、30 及 35°C下，比較長毛捕植蟎與二點葉蟎之自然內在增殖率 rm 之值，前者分別爲0.157，0.229，0.320及0.452；後者則分別爲0.117，0.226，0.400及0.327，除在 30°C 時二點葉蟎之 rm 值較高外，餘均以長毛捕植蟎者較高(1,3)。在本省草莓生產季節，氣溫均不致超過30°C，就理論言長毛捕植蟎應有能力抑制二點葉蟎之猖獗發生。日本學者Mori氏曾於室內固定面積之紙板及葉片上給以不同數量之二點葉蟎，觀察長毛捕植蟎在 8 小時中之捕食量，結果發現二點葉蟎之數量（或密度）愈高，長毛捕植蟎之捕食量有趨於低減之勢(11)；Mori 與 Chant 又以智利捕植蟎對二點葉蟎之試驗也有相似的現象，均認爲食餌蟎（二點葉蟎）密度愈高，可增加其對捕植蟎捕食行爲的干擾作用，常使捕植蟎放棄部份捕食機會所致(12)。爲害本省草莓之葉蟎主要者爲二點葉蟎及神澤葉蟎（*Tetranychus kanzawai* Kishida）。爲澈底明瞭長毛捕植蟎對此二種葉蟎之捕食能力，捕食之喜好性，長毛捕植蟎之大量繁殖法，冷凍貯藏法，遷移速度，以及實際田間釋放之防治葉蟎效果，進行一系列之研究，所獲資料及成果，藉供將來進一步研究及推廣應用之依據。

材料和方法

一、長毛捕植蟎大量繁殖法：

先於溫室內以沙盆（80×50cm）種植大豆（十石），待豆株眞葉（Primary leaves）全部展開，將整株拔出插植於盛清水之啤酒罐（鋁質）內，每罐10株，然後接以神澤葉蟎（*T. kanzawai*），於光周期 14L-10D及25±1°C之室內飼育繁殖，待大豆葉片枯萎再換以新鮮豆株，經此法繁殖之神澤葉蟎，連同大豆植株供飼育長毛捕植蟎（*A. longispinosus*）於養蟲室內，植株仍插植於盛清水之啤酒罐內，每罐插植15株，然後將長毛捕植蟎接上去，任其在豆株上繁衍，如豆株枯萎，再換以較新鮮且含葉蟎之豆株，如此一再換新，於光周期 14L-10D及28°C 之環境下繁殖長毛捕植蟎，供室內進一步試驗及大量繁殖之基礎材料。進一步大量繁殖則於溫室內盆栽大豆上進行，秋季溫度 30±2°C，冬季爲20±1°C，每盆種植大豆 5 株，待大豆發芽後 2 星期，先接以神澤葉蟎，經 7 ～10 天後，按葉蟎與捕植蟎40：1之比將長毛捕植蟎接在豆株上，經15天至 1 個月繁殖，數量可達高峰，即可收取供田間釋放之用。

二、長毛捕植蟎之收取冷藏及釋放法：

捕植蟎經過15天至 1 個月之繁殖後，豆株上葉蟎已甚稀少，而長毛捕植蟎數極多，此時即將大豆葉片摘下，在立體顯微鏡下測檢隨機取樣葉片上之長毛捕植蟎數，經數十次測檢，採取其平均數量，以此爲據，估計每葉片上長毛捕植蟎數，定數之長毛捕植蟎連同葉片放入單光紙製成之袋（8×6×2.5cm）內，並塡入細條紙片，供作捕植蟎分散棲息之所，封妥後放入5°C 之定溫箱內，使其停止活動，按實際需要可經12小時乃至十數日冷藏，至需要時取出携往草莓園釋放。釋放時將紙袋撕裂，連同袋內之碎紙片將長毛捕植蟎均勻接在田間草莓植株上。

三、長毛捕植蟎遷移能力之測定：

以16cm口徑之植缽種植草莓（Aliso 品種），以80盆爲單位，排成半圓形，半徑長爲120cm，在

溫室內進行，試驗前先施以Malathion 50%E. C. 1,000倍液，防除草莓植株上之害蟲及天敵，經一星期後，每株草莓接以雌性神澤葉蟎20及50隻，7日後，於半圓直徑之中央草莓植株上接以雌性長毛捕植蟎分別爲100，200，250及500頭，隔日取樣調查各排草莓（30，60，90及120cm）上長毛捕植蟎之分布及神澤葉蟎之密度變化，取樣時每層各盆草莓採一中齡葉片，在立體顯微鏡下檢查，各處理均爲3重複。藉以明瞭長毛捕植蟎之遷移速度和距離，在不同密度之長毛捕植蟎和神澤葉蟎情況下，對其遷移之影響。

四、不同食餌蟎對長毛捕植蟎之生育及捕食量之影響：

以神澤葉蟎及二點葉蟎供作長毛捕植蟎之食餌蟎，新鮮潔淨之大豆眞葉，自葉柄剪下，置於直徑9cm之培養皿中，葉背（多毛面）朝上，葉下墊以棉花，並加足量之清水，以防捕植蟎及其食餌蟎逃失，以細毛筆沾水後將食餌蟎之前若蟎（Protonymph）接於葉上，長毛捕植蟎在發育期每日接20隻，至產卵期則接60隻，然後接入1長毛捕植蟎之卵粒，卵孵化後每日觀察3次，發育至成蟎後，雌雄配對，由於長毛捕植蟎具多次交尾習性，雌蟎若不經交尾，即不產卵，經一次交尾後，可產卵一段時期後，隨即停止，若再經交尾，又可恢復產卵(3)，而產卵與否及產卵多寡，又和捕食量密切相關，故在成蟎期均以一對長毛捕植蟎同時飼養，於14L-10D之光周期及20±1°C之飼育箱內飼養，成期每日觀察一次，記錄發育期，產卵量、產卵期及捕食量，並添加食餌蟎，至死亡爲止。

五、長毛捕植蟎對不同葉蟎及在不同密度下捕食能力之比較：

分別以25cm^2之厚紙板漆成黑色和16cm^3之大豆（十石）葉片，下均墊以相同大小之海綿，四周圍以消毒棉，放入盛水之培養皿中，分別接以神澤葉蟎及二點葉蟎之前若蟎個體，數量分別爲2，5，10，20，40，80，160及320隻（紙板內增一640隻之處理），然後分別接入一隻3日齡且經交尾之雌性長毛捕植蟎，每處理重複10次以上，經8小時調查其捕食量，此二試驗均在有光照及28°C下進行者。

六、利用長毛捕植蟎防治草莓葉蟎之田間試驗：

分別於臺中縣霧峰鄉本所農場及苗栗縣大湖鄉進行，於臺中本所試驗之對象爲神澤葉蟎，試驗面積爲1,000M^2（即1分地），分別釋放長毛捕植蟎20隻／株，10隻／株，5隻／株，2隻／株及0隻／株（不釋放天敵之對照）等5處理，每處理4重複，按逢機完全區集排列，每小區間隔以塑膠布，並以竹桿支撐，高40cm，以防長毛捕植蟎藉風遷移，每7天以Malathion 50% E. C. 800倍液噴施畦溝，以防長毛捕植蟎在各小區間爬行傳佈，於民國70年2月19日釋放長毛捕植蟎1次，釋放當日及釋放後第7，14，21，28及35天調查各處理及小區中草莓葉片上神澤葉蟎及長毛捕植蟎數，每小區隨機採取草莓複葉20枚，4重複共80枚複葉，携回至實驗室於雙管立體放大鏡下檢視葉蟎及捕植蟎之各期數量，並以Abbott's Formula計算防治率。

另於苗栗縣大湖鄉二處草莓園進行對二點葉蟎生物防治試驗，其中一草莓園面積爲0.7分地，發生高密度之二點葉蟎爲害，釋放長毛捕植蟎前當日，二點葉蟎密度平均爲312隻／複葉；另一草莓園之面積爲0.8分地，發生低密度之二點葉蟎，開始試驗時之密度爲13隻／複葉，於70年2月17日同時全面釋放長毛捕植蟎，釋放數量爲10隻／株，而在高密度二點葉蟎區，又於2月24日及3月3日再加强釋放長毛捕植蟎兩次，釋放數量同前，第一次釋放天敵當日及釋放後第7，14，21，28及35天調查二點葉蟎各期數量，二草莓園各分爲處理區及不處理之對照區，各區再劃分爲4小區以爲重複。每次各小區隨機採取草莓複葉20（高密度二點葉蟎區）或40（低密度二點葉蟎區）枚，携回在雙管立體放大鏡下檢視葉蟎及捕植蟎數量。

結果與討論

一、長毛捕植蟎大量繁殖法：

於光周期14L-10D及25±1°C之養蟲室內，每10株大豆接以1,000頭二點葉蟎或神澤葉蟎，經10

天後，葉蟎已密集分布，並且豆株趨於萎凋，此期葉蟎約可增加10倍，即每株大豆上含有葉蟎之各期個體約有1,000頭（表1），10株大豆則約含 10,000個，表1內兩種葉蟎繁殖之總數差異不大，然而各蟲期之個體數則有顯著差異，推測此種差異產生之原因可能是受先前接上葉蟎各蟲期個體之比率原有不同，故影響到子代各期之比例。根據筆者等觀察在 25°C 之下，二點葉蟎棲羣加倍所需之時間爲3.07天(1)，則據此亦可支持在10天之內葉蟎棲羣可增加至 10 倍左右。

表 1. 葉蟎接於大豆上經10天繁殖數量

Table 1. The number of spider mites reproduced on soybean plants after 10 days of inoculation (25±1°C, 14L-10D)

蟲　期 Stage	神澤葉蟎 *T. kanzawai*	二點葉蟎 *T. urticae*	平　均 Average
成　蟎（Adult）	162.9	135.9	149.4
幼若蟎（Larva and nymph）	99.9	432.9	266.4
卵　（Egg）	665.3	441.2	553.3
合　計（Total）	928.1	1,010.0	969.1

註：以上數據爲僅含兩片眞葉之大豆植株各5重複之平均值。以上數據爲每10豆株接以1,000隻葉蟎之結果。

而長毛捕植蟎之大量繁殖，即利用室內繁殖之長毛捕植蟎爲基礎材料，並在溫室內盆栽大豆上經10天所繁殖之神澤葉蟎爲食餌，將長毛捕植蟎接入，經15天至1個月之繁殖，長毛捕植蟎繁殖之數可達高峰，此期每一大豆複葉上計有長毛捕植蟎12至296隻，平均爲 87.7隻，此期每株大豆平均有5片複葉，則每株大豆應含 400 隻，夏季高溫，捕植蟎發育快速，故繁殖期僅需15日即達高峰，然多季溫度低，繁殖時期要延至1個月左右。筆者等曾觀察長毛捕植蟎在30°及20°C 時，其棲羣加倍所需時間分別爲2.2日及4.4日(3)。通常在30°C 時，每株大豆接以5隻雌性長毛捕植蟎，在食餌（神澤葉蟎）充分供應下，約需14天每株即可增殖至400隻；而在 20°C 時，則需經27天才可增殖至400隻左右。故此繁殖試驗之結果，與筆者等對長毛捕植蟎在各定溫下之增殖數據大致相互吻合(3)。

二、長毛捕植蟎之冷藏：

長毛捕植蟎之收取和釋放並不困難，但爲了減少其失蹤率，且在產量過剩情況下，有賴冷藏之過程，冷藏可減低其活力，減少其捕食量，降低其能量消耗。但在冷藏過程中，由於溫度之驟降，濕度亦相應發生變化（50～83% RH），故並非爲長毛捕植蟎之生育適宜環境(3)，在 5°C 之定溫箱內，將盛裝長毛捕植蟎之紙袋再放入塑膠袋內，封密使濕度維持穩定在85—95%RH 之間，在此情況下，袋內溫度可上升至 9°C。經5，6，7，8，9，11，12及15天冷藏，其存活率分別爲85.0，90.8，79.0，79.9，86.4，86.7，77.2及65.4%，即長毛捕植蟎在經11天冷藏後，對其存活並未產生明顯不利之影響；而經15天之冷藏，其存活率仍達65.4%。

三、長毛捕植蟎遷移能力之測定：

共進行兩次測定試驗，第一次於70年10月間在神澤葉蟎平均密度爲55隻／葉下，分別釋放 200及100隻長毛捕植蟎之成蟎，每日調查獲知長毛捕植蟎遷移120cm所需日數均爲4天，但經 10日之分布均勻度，在釋放200隻長毛捕植蟎處理中達85%，而在釋放100隻長毛捕植蟎處理中則爲55%；第二次測試於70年12月間在神澤葉蟎平均密度爲127隻／葉下，分別釋放 500及250隻長毛捕植蟎之成蟎，調查獲知長毛捕植蟎遷移120cm所需日數爲6及12天，經13日之分布均勻度分別爲52%及27%。由上述

之結果似對長毛捕植蟎遷移有下列三因子之影響：（１）氣溫可直接影響捕植蟎之遷移速度；（２）葉蟎密度之高低可間接影響長毛捕植蟎之遷移速度及分布均勻度，葉蟎密度高，捕植蟎食餌豐富，不若在葉蟎密度低時，需要尋覓食餌，故遷移速度較緩慢，分布均勻度亦較低；（３）長毛捕植蟎釋放密度亦可影響其遷移速度及分布均勻度，釋放密度高，需要食餌量大，由於相互競爭之結果，促使遷移速度加快，且分布均勻度隨之提高，反之長毛捕植蟎釋放密度低，食餌消耗量相對減低，相互競爭之壓力較小，故遷移速度較緩慢，分布均勻度亦較低。

四、不同食餌蟎對長毛捕植蟎之生育及捕食量之影響：

不論神澤葉蟎及二點葉蟎之若蟎期個體，供作食餌，對長毛捕植蟎之若蟎期發育均具相同之正面影響（幼蟎期不捕食，前若蟎期起才開始捕食），捕植蟎完成發育平均需要捕食神澤葉蟎或二點葉蟎若蟎分別爲8.24或8.19隻，完成發育平均需時分別爲5.05或5.19天（表２），其間並無顯著差異之處。筆者等曾以二點葉蟎卵飼育長毛捕植蟎，在30°C下完成發育需時5.02天，消耗卵粒 7.52枚(3)，此二結果相較均相吻合。長毛捕植蟎發育至成蟎後，雌雄配對，繼續分別飼以神澤葉蟎或二點葉蟎之若蟎，一對捕植蟎一生平均捕食神澤葉蟎869.32隻，捕食二點葉蟎524.85隻，捕食神澤葉蟎者每雌平均產卵61.2枚，捕食二點葉蟎者每雌平均產卵52.5枚（表３），顯然在成期長毛捕植蟎對二葉蟎之捕食量及產卵量有顯著之差異。此結果顯示神澤葉蟎較二點葉蟎更適合作爲長毛捕植蟎之食餌，特別在捕食量上可看出，長毛捕植蟎捕食神澤葉蟎量較二點葉蟎高出42%；而捕食神澤葉蟎之產卵量較捕食二點葉蟎高出14%。此結果與 Ragusa 之試驗報告極爲相近(18)，即神澤葉蟎和二點葉蟎均適於供作長毛捕植蟎之若蟎期發育所需之食餌，但對長毛捕植蟎產卵期所需之食餌，則以神澤葉蟎較佳。

表 2. 長毛捕植蟎捕食神澤葉蟎及二點葉蟎之發育期及捕食量（28±1°C, 60—70%RH）

Table 2. Developmental periods and prey consumption of *A. longispinosus* on nymphs of *T. kanzawai* and *T. urticae* at 28±1°C and 60—70%RH.

Stage	Developmental period				Prey consumption			
	No. mites	*T. kanzawai*	No. mites	*T. urticae*	No. mites	*T. kanzawai*	No. mites	*T. urticae*
Egg	25	2.17	26	2.17	25	—	26	—
Larval	25	0.58±0.19	26	0.64±0.23	25	—	26	—
Protonymphal	25	1.20±0.29	26	0.96±0.28	25	3.56±1.50	26	2.73±1.37
Deutonymphal	25	1.10±0.29	26	1.42±0.23	25	4.68±1.64	26	5.30±1.89
Total	25	5.05±0.22	26	5.19±0.22	25	8.24±2.05	26	8.19±2.43

表 3. 長毛捕植蟎捕食神澤葉蟎及二點葉蟎之捕食量及產卵量（28±1°C, 60—70RH).

Table 3. Prey consumptions and ovipositions of *A. longispinosus* on the nymphs of *T. kanzawai* and *T. urticae* at 28±1°C and 60—70% RH.

Stage	Prey consumption (♀+♂)				Oviposition (egg/♀)			
	No. mites	*T. kanzawai*	No. mites	*T. urticae*	No. mites	*T. kanzawai*	No. mites	*T. urticae*
Preoviposition	25	5.52±1.71	26	4.85±1.49	25	—	26	—
Oviposition	5	782.20±109.49	4	470.00±98.10	5	61.20±14.44	4	52.50±5.19
Postoviposition	5	81.60±64.29	4	50.00±29.94	5	—	4	—
Total		869.32±93.50		524.85±114.62		61.20±14.44		52.50±5.19

五、長毛捕植蟎對不同葉蟎及在不同密度下捕食能力比較：

在一定面積範圍內供給不同密度之神澤葉蟎及二點葉蟎之若蟎，經8小時，測定一長毛捕植蟎之捕食量，結果列於圖1和圖2，長毛捕植蟎在 25cm^2 之厚紙板上對二點葉蟎之捕食是在160隻之密度時達最高量，二點葉蟎密度高於 160隻／25cm^2 時，捕食量反有下降趨勢，長毛捕植蟎捕食功能反應曲線在食餌蟎密度增高之初期急速上升，但當二點葉蟎密度不斷增大時，此曲線上升漸趨緩和，至二點葉蟎密度增至160隻／25cm^{2}以上時，此曲線不再上升，趨於平行線；另在16cm^{2}大豆葉片上，長毛捕植蟎捕食二點葉蟎是在80隻／16cm^{2}之密度下達到捕食量的高峰，食餌蟎密度繼續增加，其捕食量並無顯著之增高，此一捕食功能之反應與 Holling (1961)(6), Mari 和 Chant (1966)(6)及 Mori (1967)(11) 等所發表之圓頂曲線（domed curve）極爲類似，此種現象在動物捕食型態上是不常見的，即如果利用捕植蟎供作生物防治時，圓頂曲線顯示食餌蟎棲羣超過某一密度，捕食功能反有下降趨勢，他們認爲此一現象是由於在高密度食餌蟎情況下，捕植蟎之捕食常受攪擾，因而常使捕食行爲中止或放棄；Mori認爲食餌蟎高密度之集結，常限制了捕植蟎捕食能力，增加了無效捕食之行爲(11)。然而反觀長毛捕植蟎對神澤葉蟎，不論在25cm^{2}之厚紙板上或16cm^2 之大豆葉片上，捕食量均較對二點葉蟎者爲高，即神澤葉蟎之密度上升至 160隻時，長毛捕植蟎對其捕食量亦快速上升，神澤葉蟎密度如再上升，捕植蟎捕食量仍繼續上升，但上升逐漸緩慢下來。基於以上長毛捕植蟎對兩種葉蟎功能反應之差異，爲何長毛捕植蟎面對高密度之食餌蟎時，二點葉蟎對長毛捕植蟎會引起較大的負面影響，而神澤葉蟎對此天敵卻表現出較大彈性之特性，故筆者認爲這是長毛捕植蟎對兩種葉蟎偏好性程度差異之表現。

此外，圖1和圖2可明顯發現在兩種不同飼育條件下，長毛捕植蟎在葉片上可較在厚紙板上捕食更多葉蟎，此一結果卻與Mori者(11)不相符合，即長毛捕植蟎在大豆葉片上當神澤葉蟎之密度增高至160隻／16cm^{2}時，捕食量才上升至高峰（27.6隻），而二點葉蟎密度增至80隻／16cm^{2}時，即達捕食量之高峰（11.0隻），達此高峰之後，雖食餌蟎密度繼續增高，長毛捕植蟎之捕食量仍維持在相同之水平上。此外，Mori氏在厚紙板上測得長毛捕植蟎之捕食量較在大豆葉片上捕食更多之葉蟎(11)，此結果又與本試驗所獲之結果互異，此種試驗結果不相符合之原因可能受試驗當時氣候條件，捕植蟎品系及其日齡或葉蟎種類及其齡期之影響所致。

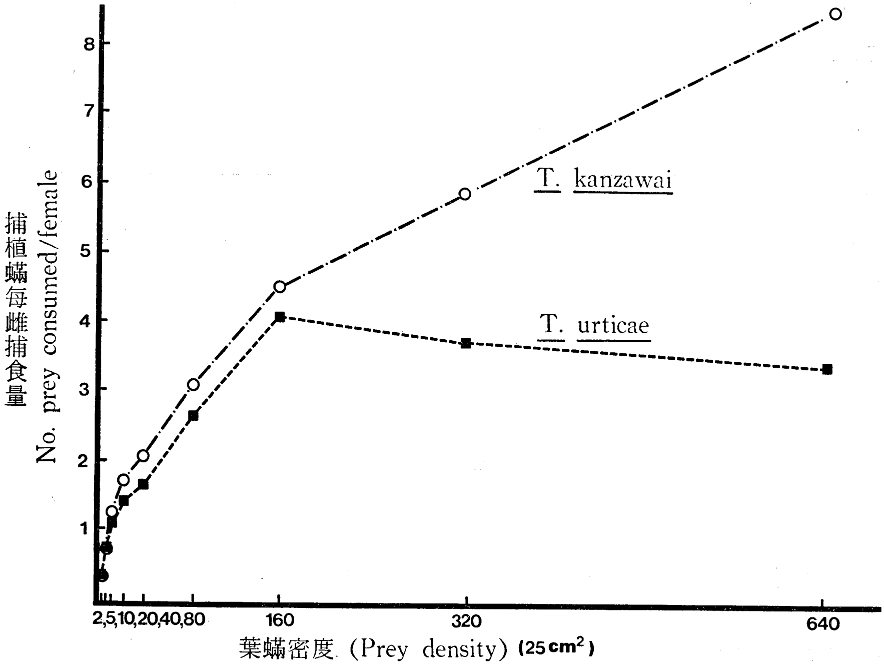

圖 1. 長毛捕蟎在紙板上8小時內對兩種葉蟎之捕食量

Fig. 1. The feeding amount of *A. longispinosus* to two spider mites within 8 hours (nymphs on paper).

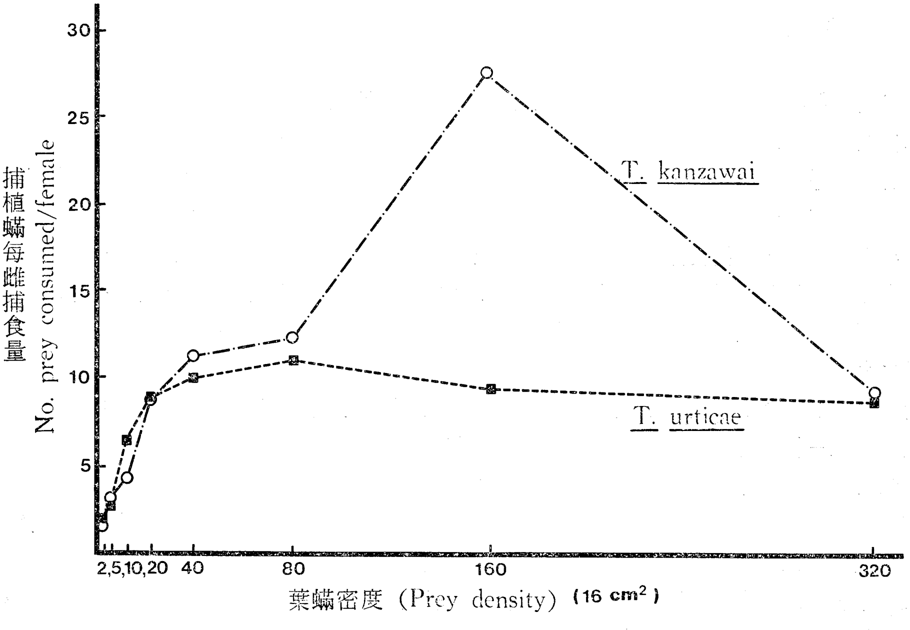

圖 2. 長毛捕植蟎在大豆葉片上8小時內對兩種葉蟎之捕食量

Fig. 2. The feeding amount of *A. longispinosus* to two spider mites within 8 hours (nymphs on leaf).

六、長毛捕植蟎田間防治草莓葉蟎試驗

（一）對神澤葉蟎之防治效果：防治之效果列於表4，顯然長毛捕植蟎對神澤葉蟎具有極優之防治效果，於草莓上神澤葉蟎密度約在200隻／複葉下，每株接以5隻長毛捕植蟎，經5星期即有近 80%之防治效果；而每株接以20及10隻天敵之效果均最佳，經5星期防治效果可高達 98%，而其中又以接20隻／株之處理，初效最優，未接天敵之對照組，雖有塑膠布及定期施藥之阻隔，以預防天敵之遷入，但逐漸仍有天敵之侵入，因而使對照組之葉蟎密度至第 4 周後亦有逐漸下降趨勢。天敵遷入對照區似由風之助力達成。此種生物防治效果之表現與一般藥劑防治效果表現廻異，一般藥劑防治初效表現良好，然後隨時日之延長，藥效表現逐漸衰退；生物防治效果表現則相反，雖然達到有效防治之時日要延緩些，但具有較長期之防治效果。

（二）對二點葉蟎之防治效果：分別於苗栗大湖一處發生高密度二點葉蟎之草莓園（約7厘地），及另一處發生低密度二點葉蟎之草莓園（約8厘地）同時舉行，於70年2月17日同時釋放長毛捕植蟎10隻／株，高葉蟎密度處理區於2月24日及3月3日再加强釋放捕植蟎兩次，結果列於圖3，由結果明顯可見長毛捕植蟎僅能在二點葉蟎低密度即13隻／複葉下，方能發揮抑制功能，但僅能維持半月左右，然後仍需加强釋放長毛捕植蟎；但在高密度二點葉蟎即 312 隻／複葉下，雖經三次連續釋放長毛捕植蟎，仍未能壓抑其棲羣密度之繼續上升。

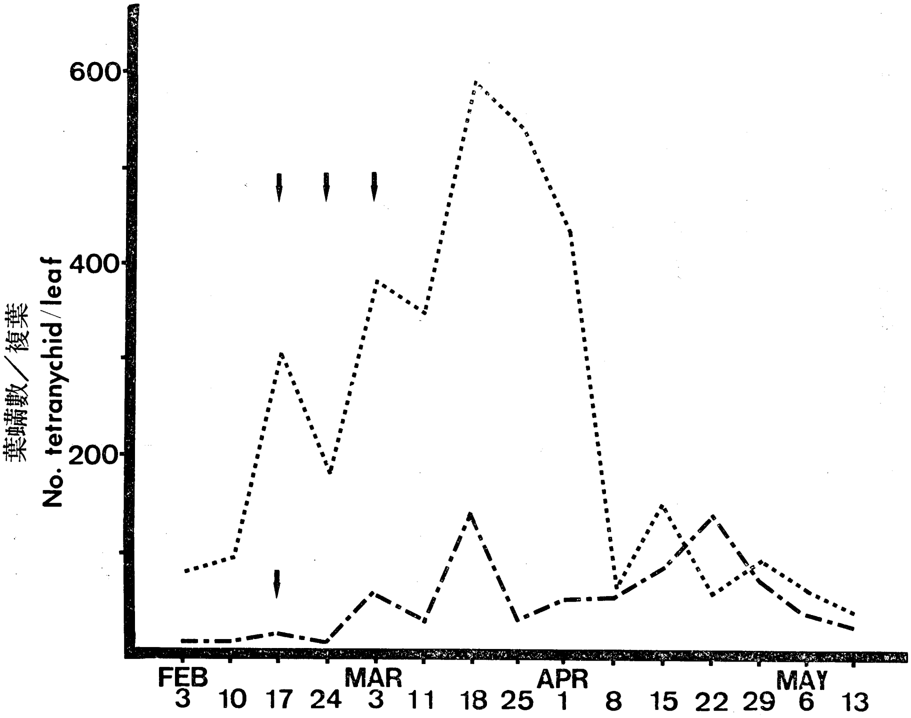

圖 3. 釋放長毛捕植蟎防治草莓二點葉蟎之結果

Fig. 3. Release *Amblyseius longispinosus* to control *T. urticae* on strawberry

表 4. 釋放長毛捕植蟎防治草莓上神澤葉蟎效果比較（70年2月19日釋放一次）

Table 4. Biological control of *T. kanzawai* by releasing different densities of *A. longispinosus* on strawberry (Feb. 19 to Mar. 26, 1981)

Treatment (No. p. m. relased per plant)	No. s. m. per leaf before treatment	7 days after treatment			14 days after treatment			21 days after treatment			28 days after treatment			35 days after treatment		
		No. mite/leaf		% of control	No. mite/leaf		% of control	No. mite/leaf		% of control	No. mite/leaf		% of control	No. mite/leaf		% fo control
		s. m.	p. m.		s. m.	p. m.		s. m.	p. m.		s. m.	p. m.		s. m.	p. m.	
20	205.5	145.0	1.14	55.7a	85.7	1.12	62.5a	57.8	7.20	75.9a	24.4	4.43	84.9a	1.3	1.21	98.2a
10	179.9	200.5	1.18	30.1b	116.1	1.08	42.5b	86.0	6.58	59.0b	21.9	3.83	84.5a	1.2	1.12	98.1a
5	218.3	144.8	0.19	58.4a	135.4	0.63	44.3b	107.1	2.34	57.9b	41.0	3.50	76.1b	16.3	2.33	79.2b
2	196.1	204.5	0.65	34.6b	138.6	0.39	36.5b	179.2	2.25	21.6c	90.7	3.62	41.2c	28.8	3.71	59.1c
0 (Check)	185.3	295.3	0		206.3	0.05		216.1	0.09		145.7	0.14		66.6	0.58	

s. m.=Spider mite (*T. kanzawai*)

p. m.=Predatory mite (*A. longispinosus*)

由上述長毛捕植蟎分別對神澤葉蟎及二點葉蟎所得之結果，恰與第四和第五項結果有相互映證吻合之妙，由於本省目前草莓葉蟎，已由二點葉蟎完全取代神澤葉蟎之强勢地位，故本省產的長毛捕植蟎已無法壓抑此種外侵的害蟎（二點葉蟎），故已自國外引進了有效捕植蟎，正進行大量繁殖及田間釋放試驗中，結果將於近期發表。

參考文獻

1. 何琦琛、羅幹成 1979，溫度對二點葉蟎（*Tetranychus urticae*）生活史及繁殖力之影響，中華農業研究 28（4）：261—271。
2. 羅幹成 1978，臺灣葉蟎類及防治方法對其天敵之影響。「昆蟲生態與防治」研討會講稿：203—215 中研院動物研究所舉辦。
3. 羅幹成、何琦琛 1979，溫度對長毛捕植蟎（*Amblyseius longispinosus*）生活史，繁殖力及捕食能力之影響，中華農業研究 28（4）：237—250。
4. 羅幹成、何琦琛、曾信光1984，草莓葉蟎之生態研究，中華農業研究 33（3）：337—344。
5. 羅幹成、趙若素1976，臺灣紅蟎抗藥性之初步研究，中華農業研究 25（1）：23—36。
6. Holling, C. S. 1961. Principles of insect predation. Ann. Rev. Entomol. 6 : 163-182.
7. Huffaker, C. B. and C. E. Kennett 1956. Experimental studies on predation : Predation and cyclamen mite populations on strawberries in California. Hilgardia 26(4) : 191-222.
8. Huffaker, C. B. and C. H. Spitzer, Jr. 1951. Data on the natural control of the cyclamen mite on strawberries. J. Econ. Entomol. 44 : 519-522.
9. Huffaker, C. B., M. van de Vrie, and J. A. McMurtry, 1970. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies : A review II. Tetranychid populations and their possible control by predators. An evaluation. Hilgardia 40(11) : 391-458.
10. Lo, P. K. C. 1970. Phytoseiid mites from Taiwan (I). Bull. Sun Yat-sen Cult. Found. No. 5 : 47-62.
11. Mori, H. 1967. The influence of prey density on the predation of *Amblyseius longispinosus* (Evans). Proc. 2nd Intern. Congress Acarol. 149-153.
12. Mori, H. and D. A. Chant, 1966. The influence of prey density, relative humidity, and starvation on the predacious behavior of *Phytoseiulus persimilis* Anthias-Henriot (Acarina : Phytoseiidae). Can. J. Zool. 44 : 483-491.
13. Nomura, K. 1973. Review of acaricide resistance in red spider mites in Japan. Rev. Plant Protec. Res. 6 : 44—58.
14. Oatman, E. R., F. E. Gilstrap and V. Voth. 1976. Effect of different release rates of *Phytoseiulus persimilis* (Acarina : Phytoseiidae) on the two-spotted spider mite on strawberry in Southern California. Entomophaga 21(3) : 269-273.
15. Oatman. E. R., J. A. McMurtry, 1966. Biological control of the two-spotted spider mite on strawberry in Southern California. J. Econ. Entomol. 59(2) : 422-439.
16. Oatman, E. R., J. A. McMurtry, F. E. Gilstrap and V. Voth. 1977. Effect release of *Amblyseius californicus*, *Phytoseiulus persimilis* and *Typhlodromus occidentalis* on the two-spotted spider mite on strawberry in Southern California. J. Econ. Entomol., 70(1) : 45-47.
17. Oatman, E. R., J. A. McMurtry, H. H. Shorey and V. Voth. 1967. Studies on integrating *Phytoseiulus persimilis* release, chemical applications, cultural manipulations and natural predation for control the two-spotted spider mite on strawberry in Southern California. J. Econ. Entomol. 60(5) : 1344-1351.
18. Ragusa, S. 1979. Laboratory studies on the food habit of the predacious mite, *Typhlodromus exhilaratus*. Recent Adv. Acarology 1 : 485-490.

19. Sances, F. V., N. C. Toscano, E. R. Oatman, L. F. Lapro, M. W. Johnson and V. Voth 1982. Reductions in plant processes by *Tetranychus urticae* (Acarina : Tetranychidae) feeding on strawberry. Environ. Entomol. 11(3) : 733-737.
20. Simmonds, S. P. 1970. The possible control of *Steneotarsonemus pallidus* in strawberries by *Phytoseiulus persimilis*. Pl. Path. 19 : 106-107.
21. Simmonds, S. P. 1971. Observations on the possible control of *Tetranychus urticae* on strawberries by *Phytoseiulus persimilis*. Pl. Path. 20 : 117-119.

Biological Control of Spider Mites on Strawberry in Taiwan (I)[1]

Kang-chen Lo, Hsin-kuan Tseng and Chyi-chen Ho[2]

Summary

The present study consists of the following six experiments, i. e. Developing the methods for mass production of spider mites (as preys) and the predator, *Amblyseius longispinosus* (Evans) ; maintenance of the predator ; evaluating the dispersal ability of the predator ; prey consumptions of predator and oviposition on the different prey species ; the efficiency of predator at different prey densities in a confined system ; and release of *A. longispinosus* for the control of the kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida and two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Koch).

Spider mites were transfered to the soybean plants, under 25±1°C and 14L-10D conditions, 10 times of the number of original spider mites would be obtained in 10 days later, no significant difference in number of progeny between kanzawa spider mite and two-spotted spider mite would be found. Under the temperature of 32±2°C and 20±1°C, predatory mites were transfered under the density of 5/plant to the soybean plants which have been infested by the kanzawa spider mite, could be obtained 400/plant in 14 and 27 days later, respectively.

In the conditions of 5°C and 85—95% RH, the predator could be stored for at least 11 days and no significant harmfulness was found, after 15 days storage, the percentage of mortality was 35%.

The dispersal ability were influenced directly by the temperatures and indirectly by

---

[1] Contribution No. 1189 from the Taiwan Agricultural Reseach Institute. This project was granted by NSC research grants : 67B-0409-08(07), 69B-0409-08(02), 70-0409-B055-02 and 71-0409-B055-01.

[2] Senior Entomologist and Head, project Employee and Entomologist, respectively of the Department of Applied Zoology, TARI, Wu-feng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.

prey densities. Higher temperature usually induced the higher dispersal activity. The predator and prey densities exerted influence on the dispersal ability of the predator. Normally, the higher prey density will cause the lower dispersal ability of the predator, but the higher predator density induced higher dispersal activity.

Nymphs and eggs of kanzawa and two-spotted spider mites are good for the development of postembryonic stages of the predator, but the effect on oviposition rate, kanzawa spider mite appeared to be favorable food for adult predators. The average consumption of one pair predators on kanzawa spider mite or two-spotted spider mite during the whole adult stage were 869 and 525, respectively. The mean eggs laid per female predator fed with kanzawa spider mite, or two-spotted spider mite were 61.2 and 52.5, respectively.

The consumption of nymphs of kanzawa spider mite per predator rose with high prey densities, but of two-spotted spider mite per predator rose at beginning with relatively low prey densities, and then significantly decreased at higher prey densities. The above results may be concluded from the prey preference.

Biological control of the kanzawa spider mite on strawberry was investigated at Taichung during 1981. Mass releases of *A. longispinosus* were made at the equivalent rate of 2/plant, 5/plant, 10/plant, and 20/plant and control with 5 plots and 4 replications. The mean numbers of spider mites in the different rate release plots were significantly different from the contol from Feb. 26 through Mar. 26, the high-rate release plots (20/plant and 10/plant) were also significantly different from the low-rate release plots (5/plant and 2/plant). The predator populations reached a peak of 7.2 and 6.6/leaf in the 20/plant and 10/plant release plots on Mar. 12, respectively. The populations of predator reached a peak of 3.5/leaf in the 5/plant release plot on Mar. 9, and 3.7/leaf in the 2/plant release plot on Mar. 26.

Biological control of the two-spotted spider mite on strawberry was investigated in Miouli during 1981. Mass releases of *A. longispinosus* were made at the rate of 10/plant. It gave poor control results, only on the field with low prey density (13/leaf) the predator could suppress the growth of prey population within 2 weeks.